

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-099077

(43)Date of publication of application : 04.04.2003

(51)Int.Cl.

G10L 11/00

G09C 5/00

G10L 19/04

(21)Application number : 2001-292825

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 26.09.2001

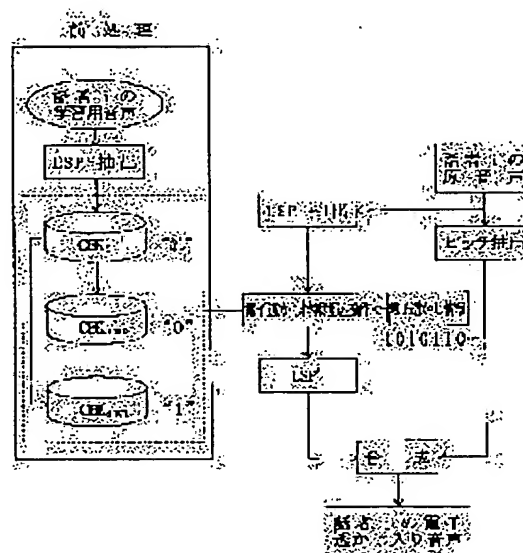
(72)Inventor : KOMATSU NAOHISA
SUDO MASAYUKI

(54) ELECTRONIC WATERMARK EMBEDDING DEVICE, AND EXTRACTION DEVICE AND METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electronic watermark embedding device capable of embedding electronic watermark information corresponding to a sound production structure by noticing a voice generation mechanism of a voice generation source and extracting of electronic dispersively embedding the information in many frequency bands by the extraction, and dealing with many kinds of codings so that the information is not lost even though resampling and compression and restoration of voice data are repeated many times.

SOLUTION: The electronic watermark embedding device provided with a voice decomposing section which extracts voice articulatory components and sound source components from inputted voice, an electronic watermark embedding section 13 which embeds the information into the articulatory components, and an electronic watermark voice output section 14 that composites the sound source components and the articulatory components, to which the electronic watermark information is embedded, and outputs electronic watermark embedded voice.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-99077

(P2003-99077A)

(43) 公開日 平成15年4月4日 (2003. 4. 4)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

フォーマット(参考)

G 1 0 L 11/00

G 0 9 C 5/00

5 D 0 4 5

G 0 9 C 5/00

G 1 0 L 9/00

E 5 J 1 0 4

G 1 0 L 19/04

9/14

J

審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-292825(P2001-292825)

(22) 出願日 平成13年9月26日 (2001. 9. 26)

特許法第30条第1項適用申請有り 2001年3月26日~29日 社団法人電子情報通信学会開催の「2001年電子情報通信学会総合大会」において文書をもって発表

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 小松 尚久

東京都国分寺市光町1丁目26番24号

(72) 発明者 須藤 正之

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

(74) 代理人 100116207

弁理士 青木 俊明 (外2名)

Fターム(参考) 5D045 CC01

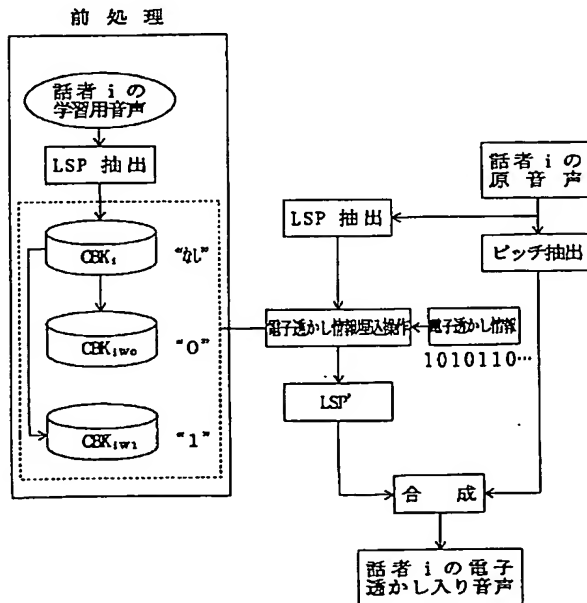
5J104 AA14

(54) 【発明の名称】 電子透かし埋込装置、抽出装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 音声の発生源における音声の生成メカニズムに着目し、発音構造に対応して電子透かし情報を埋め込み、また、抽出することによって、電子透かし情報が多数の周波数帯域に分散して埋め込まれ、リサンプリングや音声データの圧縮及び復元を繰り返しても消えてしまうことがなく、かつ、多数種類の符号化に対応することができるようにする。

【解決手段】 入力された音声から調音成分及び音源成分を抽出する音声分解部と、前記調音成分に電子透かし情報を埋め込む電子透かし埋込部13と、前記音源成分と前記電子透かし情報が埋め込まれた調音成分とを合成して電子透かし入り音声出力部14とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 (a) 入力された音声から調音成分及び音源成分を抽出する音声分解部と、(b) 前記調音成分に電子透かし情報を埋め込む電子透かし埋込部と、

(c) 前記音源成分と前記電子透かし情報が埋め込まれた調音成分とを合成して電子透かし入り音声出力する電子透かし入り音声出力部とを有することを特徴とする電子透かし埋込装置。

【請求項2】 前記調音成分は音声の調音を表現するパラメータであり、前記音源成分は音声のピッチ成分である請求項1に記載の電子透かし埋込装置。

【請求項3】 前記パラメータは、LSPである請求項2に記載の電子透かし埋込装置。

【請求項4】 前記LSPに対応するベクトルの数値が格納される原コードブック、及び、論理値0又は1から成る情報コードに対応するように変更した前記ベクトルの数値が格納される変更コードブックを有する請求項3に記載の電子透かし埋込装置。

【請求項5】 前記電子透かし埋込部は、前記変更コードブックにアクセスし、前記電子透かし情報の情報コードに対応する数値を取得し、前記入力された音声から抽出されたLSPに対応するベクトルの数値を変更して、前記電子透かし情報が埋め込まれたLSPを作成する請求項4に記載の電子透かし埋込装置。

【請求項6】 (a) 入力された音声から調音成分を抽出する音声分解部と、(b) 前記調音成分から電子透かし情報を抽出する電子透かし抽出部とを有することを特徴とする電子透かし抽出装置。

【請求項7】 前記調音成分は音声の調音を表現するパラメータである請求項6に記載の電子透かし抽出装置。

【請求項8】 前記パラメータは、LSPである請求項7に記載の電子透かし抽出装置。

【請求項9】 前記LSPに対応するベクトルの数値が格納される原コードブック、及び、論理値0又は1から成る情報コードに対応するように変更した前記ベクトルの数値が格納される変更コードブックを有する請求項8に記載の電子透かし抽出装置。

【請求項10】 前記電子透かし抽出部は、前記原コードブック及び変更コードブックにアクセスし、前記入力された音声から抽出されたLSPに対応するベクトルの数値と前記原コードブック及び変更コードブックに格納された数値とを比較し、電子透かし情報の情報コードを抽出する請求項9に記載の電子透かし抽出装置。

【請求項11】 (a) 音声から調音成分及び音源成分を抽出し、(b) 前記調音成分に電子透かし情報を埋め込み、(c) 前記音源成分と前記電子透かし情報が埋め込まれた調音成分とを合成して電子透かし入り音声出力することを特徴とする電子透かし埋込方法。

【請求項12】 前記調音成分は音声の調音を表現するパラメータであり、前記音源成分は音声のピッチ成分で

ある請求項12に記載の電子透かし埋込方法。

【請求項13】 前記パラメータは、LSPである請求項12に記載の電子透かし埋込方法。

【請求項14】 情報コードに対応するように変更した前記LSPに対応するベクトルの数値が格納される変更コードブックにアクセスし、前記電子透かし情報の情報コードに対応する数値を取得し、前記音声から抽出されたLSPに対応するベクトルの数値を変更して、前記電子透かし情報が埋め込まれたLSPを作成する請求項13に記載の電子透かし埋込方法。

【請求項15】 (a) 音声から調音成分を抽出し、(b) 前記調音成分から電子透かし情報を抽出することを特徴とする電子透かし抽出方法。

【請求項16】 前記調音成分は音声の調音を表現するパラメータである請求項15に記載の電子透かし抽出方法。

【請求項17】 前記パラメータは、LSPである請求項16に記載の電子透かし抽出方法。

【請求項18】 前記LSPに対応するベクトルの数値が格納される原コードブック、及び、情報コードに対応するように変更した前記ベクトルの数値が格納される変更コードブックにアクセスし、前記音声から抽出されたLSPに対応するベクトルの数値と前記原コードブック及び変更コードブックに格納された数値とを比較し、電子透かし情報の情報コードを抽出する請求項17に記載の電子透かし抽出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電子透かし埋込装置、抽出装置及び方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、コンピュータ技術は急速に発達し、それに伴って、情報通信インフラの整備も進み、通信コストも非常に安くなってきていて、現在、デジタルの世界での活発な情報のやり取りが行われている。そして、やり取りの対象となる映像や音声などの情報はデジタル化が進み、デジタルコンテンツとしてインターネットや衛星放送等を利用してやり取りされている。これにより、マルチメディアの需要が増大し、作者の目の届かないところでの情報のやり取りが非常に多くなったことによって、デジタルコンテンツの不正コピーの問題が最近、特に、クローズアップされている。

【0003】 この不正コピーを助長する要因として、電子メディアとしての文字、図形、音楽、音響、静止画、動画等の様々なマルチメディアコンテンツは、基本的にはソフトウェアであるので、その特性ゆえに原本とほぼ同等のコピーが容易であるということが挙げられる。このような不正コピーに対して著作権等の知的財産権を保護するために、近年デジタル情報へのセキュリティ対策が検討され、実行されている。

【0004】このようなセキュリティ対策の中で一般的な方法としては、流通過程においてデジタルコンテンツを保護するために、記録媒体そのものを封印する方法やデジタルコンテンツを暗号化する方法などが挙げられる。しかしながら、このような方法は、知的財産権の保護として不十分である。すなわち、暗号化技術の場合、複合化された後の不正コピーや、再配付に関してはほとんど無力である。

【0005】また、暗号鍵をかけたり封印したりする方法では、ユーザにそのコンテンツの長所を理解してもらうことも難しくなり、優れたデジタルコンテンツのスムーズな流通を妨げることもつながる。結局、いかに上手にPRをするかによってコンテンツの価値が上下するインターネットの世界では、隠蔽（いんぺい）は必ずしも得策とは言えない。このような特性や現状に基づいて考えると、できるだけ軽易な方法で、コンテンツの知的財産権を識別する識別符号をコンテンツ自体に埋め込み、それを利用者には知覚されずに使用させることが望ましい。

【0006】そして、このような方法であると、知的財産権の保護と同時に、使用を制限することによってユーザにそのコンテンツの利便性を伝え、気に入った場合には購入してもらうというようなことも可能になる。もし、不正コピーや不正利用を発見した場合には、前記識別符号を復元し、自らの知的財産権を主張し、知的財産権の侵害を訴えることもできる。

【0007】このような利点により、デジタルコンテンツの知的財産権を保護する場合の技術として注目を集めているのが、目に見えない署名の技術である「電子透かし」である。今後、電子メディアの利用者の多くはこの電子透かしの技術をマスターして、各人の独自の方法で自らの著作物であるデジタルコンテンツに署名を埋め込み、そのコンテンツを公開するようになることが予想される。

【0008】一方、このような状況下で、人間の「声」、すなわち、音声そのものが新しい電子メディアとして商品価値を有し、知的財産権の対象となることが考えられる。例えば、一般の消費者が俳優、タレント等の音声を購入し、自分の好きなようにアレンジしてフレーズを合成し、携帯電話の呼出音や目覚まし時計に使用することなどが考えられる。そのため、近年では音声を対象とした電子透かしが研究され、音声に電子透かし情報を埋め込んだり、音声から電子透かし情報を抽出したりする方法が提案されている。

【0009】例えば、非圧縮の音声データに対しては、時間マスキング法、周波数マスキング法、ディザ信号法、適応PCM法等が提案されている。また、非圧縮の音楽データに対しては、エコー法、スペクトラム拡散法、変形DCT法等が提案されている。さらに、圧縮されたものに対しては、ベクトル量子化法、極性符号法、

音源パルス法、パリティビット法等が提案されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来の音声に電子透かし情報を埋め込んだり、音声から電子透かし情報を抽出したりする方法においては、フィルタ処理等によって電子透かしが消えてしまうことが考えられる。すなわち、前記従来の方法は、発声後の音声波形又は符号化パラメータに着目したものであるが、音声波形に着目した場合、電子透かし情報を埋め込んででもフィルタ処理等で電子透かし情報が消えてしまうことが考えられる。また、符号化に着目した場合、再生音声をも一度別の方式で符号化するなどして電子透かし情報を除去することができる可能性があり、別の方式で符号化された音声には適用することができない。

【0011】また、電子透かし情報を音波波長の特定の周波数帯域に埋め込んだ場合、リサンプリングを繰り返したり音声データの圧縮及び復元を繰り返すことによって、消えてしまう傾向がある。さらに、前記従来の方法では音声データの多数種類の符号化に対応することが困難である。

【0012】本発明は、前記従来の問題点を解決して、音声の発生源における音声の生成メカニズムに着目し、発音構造に対応して電子透かし情報を埋め込み、また、抽出することによって、電子透かし情報が多数の周波数帯域に分散して埋め込まれ、リサンプリングや音声データの圧縮及び復元を繰り返しても消えてしまうことがなく、かつ、多数種類の符号化に対応することができる電子透かし埋込装置、抽出装置及び方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】そのために、本発明の電子透かし埋込装置においては、入力された音声から調音成分及び音源成分を抽出する音声分解部と、前記調音成分に電子透かし情報を埋め込む電子透かし埋込部と、前記音源成分と前記電子透かし情報が埋め込まれた調音成分とを合成して電子透かし入り音声を出力する電子透かし入り音声出力部とを有する。

【0014】本発明の他の電子透かし埋込装置においては、さらに、前記調音成分は音声の調音を表現するパラメータであり、前記音源成分は音声のピッチ成分である。

【0015】本発明の更に他の電子透かし埋込装置においては、さらに、前記パラメータは、LSPである。

【0016】本発明の更に他の電子透かし埋込装置においては、さらに、前記LSPに対応するベクトルの数値が格納される原コードブック、及び、論理値0又は1から成る情報コードに対応するように変更した前記ベクトルの数値が格納される変更コードブックを有する。

【0017】本発明の更に他の電子透かし埋込装置においては、さらに、前記電子透かし埋込部は、前記変更コ

ードブックにアクセスし、前記電子透かし情報の情報コードに対応する数値を取得し、前記入力された音声から抽出されたLSPに対応するベクトルの数値を変更して、前記電子透かし情報が埋め込まれたLSPを作成する。

【0018】本発明の電子透かし抽出装置においては、入力された音声から調音成分を抽出する音声分解部と、前記調音成分から電子透かし情報を抽出する電子透かし抽出部とを有する。

【0019】本発明の他の電子透かし抽出装置においては、さらに、前記調音成分は音声の調音を表現するパラメータである。

【0020】本発明の更に他の電子透かし抽出装置においては、さらに、前記パラメータは、LSPである。

【0021】本発明の更に他の電子透かし抽出装置においては、さらに、前記LSPに対応するベクトルの数値が格納される原コードブック、及び、論理値0又は1から成る情報コードに対応するように変更した前記ベクトルの数値が格納される変更コードブックを有する。

【0022】本発明の更に他の電子透かし抽出装置においては、さらに、前記電子透かし抽出部は、前記原コードブック及び変更コードブックにアクセスし、前記入力された音声から抽出されたLSPに対応するベクトルの数値と前記原コードブック及び変更コードブックに格納された数値とを比較し、電子透かし情報の情報コードを抽出する。

【0023】本発明の電子透かし埋込方法においては、音声から調音成分及び音源成分を抽出し、前記調音成分に電子透かし情報を埋め込み、前記音源成分と前記電子透かし情報が埋め込まれた調音成分とを合成して電子透かし入り音声出力する。

【0024】本発明の他の電子透かし埋込方法においては、さらに、前記調音成分は音声の調音を表現するパラメータであり、前記音源成分は音声のピッチ成分である。

【0025】本発明の更に他の電子透かし埋込方法においては、さらに、前記パラメータは、LSPである。

【0026】本発明の更に他の電子透かし埋込方法においては、さらに、情報コードに対応するように変更した前記ベクトルの数値が格納される変更コードブックにアクセスし、前記電子透かし情報の情報コードに対応する数値を取得し、前記音声から抽出されたLSPに対応するベクトルの数値を変更して、前記電子透かし情報が埋め込まれたLSPを作成する。

【0027】本発明の電子透かし抽出方法においては、音声から調音成分を抽出し、前記調音成分から電子透かし情報を抽出する。

【0028】本発明の他の電子透かし抽出方法においては、さらに、前記調音成分は音声の調音を表現するパラメータである。

【0029】本発明の更に他の電子透かし抽出方法においては、さらに、前記パラメータは、LSPである。

【0030】本発明の更に他の電子透かし抽出方法においては、さらに、前記LSPに対応するベクトルの数値が格納される原コードブック、及び、情報コードに対応するように変更した前記ベクトルの数値が格納される変更コードブックにアクセスし、前記音声から抽出されたLSPに対応するベクトルの数値と前記原コードブック及び変更コードブックに格納された数値とを比較し、電子透かし情報の情報コードを抽出する。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0032】図2は本発明の実施の形態における基本概念を示す概念図、図3は本発明の実施の形態における音声生成モデルを示す概念図である。

【0033】本実施の形態においては、音声の生成メカニズムに着目して、電子透かし情報を埋め込むようになっている。この場合、音声モデルの調音部分に電子透かし情報の埋込を行うようになっている。

【0034】すなわち、人間の発する声である音声は、図2に示されるように、音源、調音、放射の組合せによって生成される。ここで、音源は主として声帯の振動による呼気流の断続で生成される。また、調音は、喉頭より上の声道と呼ばれる部分が、種々の言語音を発するために形を調整する動作である。そして、放射は、音源と調音とによって声道内に形成された音声波が唇から音響的な音声波形として空間に放出されることである。

【0035】そこで、本実施の形態において、電子透かし情報の埋込は、放射される過程である調音に対して行われる。すなわち、調音成分に電子透かし情報を埋め込むようになっている。これは、話者としての個人の音声生成モデルを作成し、該音声生成モデルそのものに変化を加え、電子透かし入りの音声生成モデルを作成することで実現することができる。そして、電子透かし情報の埋込操作を加えない音声生成モデルによって放射された音声は、電子透かしが入っていない原音声となり、電子透かし入りの音声生成モデルによって放射された音声は電子透かし入り音声となる。

【0036】ところで、本実施の形態における電子透かし情報の埋込の操作は、いかなる話者のいかなる種類の音声であっても対象とすることができるが、電子透かしの性質上、出所を識別し、同一性を認定する必要性の高い音声を対象とすることに適している。ここで、出所を識別し、同一性を認定する必要性の高い音声とは、例えば、映画、アニメ等の声優の音声、人気アイドル、人気歌手等の音声等である。これらの音声は、それ自体に商業的価値があると考えられる。さらに、これらの音声を適宜合成して、目覚まし時計、携帯電話等の呼び出し音声として、利用することもできる。

【0037】また、裁判所における訴訟手続やそれに類する手続における証人や鑑定人の音声も、電子透かし情報の埋込の操作の対象に適するものである。この場合、電子透かし情報を埋め込むことによって、証言の証拠価値が高くなると考えられる。さらに、警察等の捜査過程において傍受した会話の音声の場合も、同様に、証拠価値が高くなると考えられる。

【0038】ここで、音声生成モデルを作成する場合、話者毎の調音を表現するデータベースが必要になる。本実施の形態においては、音声の調音成分である調音を表現するパラメータとして LSP (Line Spectrum Pair) を選択する。そして、該 LSP を用いて話者毎のコードブックをあらかじめ作成しておき、該コードブックに基づいて調音をモデル化する。また、コードブックは話者の調音を示す代表値であり、該コードブックを変化させることによって、話者の調音を変化させることができる。

【0039】なお、前記 LSP は、声道の共振周波数であるホルマント (formant: 音声に対する周波数スペクトル上で特定の周波数帯域にエネルギーが集中して生じる山) の前後に対になって現れるものである。ここで、音声波形には時間軸上における相関関係があるので、音声のサンプル値に線形予測性があると仮定し、原音声波形との 2 乗平均誤差が最小になるように前後のサンプル値から予測を行い、その予測係数を符号化 (パラメータ化) する。この場合、前記予測係数の符号化には幾つかの手段があり、前記 LSP はその一つである。

【0040】本実施の形態においては、原音声の音声波形から図 2 に示されるような基本概念を実現するパラメータを抽出し、電子透かし入りの音声として合成し直すようになっている。そして、前記パラメータには様々なものがあるが、本実施の形態においては、音声の調音成分である調音を表現するパラメータとして LSP を使用する。これは、音声を合成して復元する場合、声道情報を表現するためのパラメータとして、LSP が最適なためである。また、音声には、図 3 に示されるように、音源成分としてのピッチ成分も含まれる。そのため、音声を復元するためには、LSP だけでなく、ピッチ成分としてのピッチ (Pitch) と呼ばれるパラメータも必要となる。なお、ピッチは音声合成のためだけに使用され、ピッチを対象とした電子透かし情報の埋込操作は行われない。

【0041】ここで、ピッチは、声の高さを表すパラメータである。そして、声帯の緊張が大きく、かつ、肺からの空気圧が高いと、声帯の開閉周期、すなわち、振動周期が短くなって音源の音の高さが高くなるので、ピッチは高くなる。また、逆の場合、ピッチは低くなる。なお、声帯の振動周期のことを基本周期といい、この逆数を基本周波数と呼ぶ。そして、基本周期の時間的な変化によって、アクセントやイントネーション感覚が付加さ

れる。

【0042】なお、音声の音源、調音及び放射と前記パラメータとは、図 3 に示されるような関係を有する。

【0043】次に、電子透かし埋込装置及びその動作について説明する。

【0044】図 1 は本発明の実施の形態における電子透かし埋込装置の動作を示すブロック図、図 4 は本発明の実施の形態における電子透かし埋込装置の構成を示すブロック図、図 5 は本発明の実施の形態におけるコードブックの変更方法を示す図、図 6 は本発明の実施の形態におけるベクトル量子化においてコードブックを用いる順を示す図である。

【0045】図 4 において、10 は電子透かし埋込装置であり、CPU、MPU 等の演算手段、半導体メモリ、磁気ディスク等の記憶手段、キーボード、マウス、マイクロフォン等の入力手段、CRT、液晶ディスプレイ、プリンタ、ラウドスピーカ等の出力手段、通信インターフェイス等を備えるコンピュータである。そして、電子透かし埋込装置 10 は、機能の面から、話者の原音声が入力される原音声入力部 11、入力された音声としての前記原音声を分解して、調音成分としての LSP 及び音源成分としてのピッチ成分を抽出する音声分解部 12、抽出された LSP に電子透かし情報を埋め込む電子透かし埋込部 13、電子透かし情報を埋め込まれた LSP とピッチ成分とを合成して電子透かし入り音声を出力する電子透かし入り音声出力部 14 を有する。

【0046】ここで、前記電子透かし埋込装置 10 は、前記コードブックを格納するコードブックデータベース 20 を有する。なお、該コードブックデータベース 20 は、電子透かし埋込装置 10 の記憶手段内に構築されたデータベースであってもよいし、外部の記憶手段内に構築されたデータベースであってもよい。そして、前記コードブックデータベース 20 は、話者の音声から抽出した LSP を用いて作成された原コードブックとしてのオリジナルコードブックを格納するファイルである CBK 21、該 CBK 21 に格納されるオリジナルコードブックに変更を加えて作成された「0」を表現する変更コードブックを格納するファイルである CBK_{w0} 22、及び、前記 CBK 21 に格納されるオリジナルコードブックに変更を加えて作成された「1」を表現する変更コードブックを格納するファイルである CBK_{w1} 23 を備える。ここで、前記「0」及び「1」は電子透かし情報の情報コードである。なお、前記 CBK 21、CBK_{w0} 22 及び CBK_{w1} 23 には、一人一人の話者毎に作成されたオリジナルコードブック及び変更コードブックがそれぞれ格納されている。

【0047】そして、前記オリジナルコードブック及び変更コードブックは、図 1 に示されるように、あらかじめ一人一人の話者毎に作成される。まず、前処理として、ある話者 i ($1 \leq i \leq n$) の学習用音声を用いて、

LSPを抽出し、該LSPに対応するベクトルの数値が格納されるオリジナルコードブックCBK_iを作成し、CBK₂₁に格納する。続いて、前記オリジナルコードブックCBK_iに格納されている数値に変更を加え、「0」を表現する変更コードブックCBK_{iw0}、及び、「1」を表現する変更コードブックCBK_{iw1}を作成し、CBK_{w022}及びCBK_{w123}にそれぞれ格納する。

【0048】ここで、LSPを抽出する場合、まず、話者iの音声波形に対し、窓掛けを行い処理単位（フレーム）を決める。続いて、フレーム毎に線形予測分析（Linear Predictive Coding）を行い、その結果によって出された線形予測係数からLSPを抽出する。そして、全フレームに対しLSPを抽出し、LBG+splittingアルゴリズムを用いてコードブックを作成する。これは、各フレームから算出されるLSPに対応するベクトル、すなわち、LSPベクトルに関してその代表値を決める作業であり、次元数分の代表ベクトルの集まりがオリジナルコードブックCBK_iとなる。

【0049】そして、作成したオリジナルコードブックCBK_iに対してその内容の変更を行い、電子透かし情報埋込用の変更コードブックを作成する。この場合、各レベルにおいて変更場所を一つにし、2種類の変更を加えて変更コードブックCBK_{iw0}、CBK_{iw1}を作成する。また、変更は全レベルについて行う。そして、変更を行わない箇所はすべてオリジナルコードブックCBK_iと同じ値にしておき、変更を加えないオリジナルコードブックCBK_iは電子透かし情報「なし」を表現するために利用する。

【0050】例えば、図5に示されるように、オリジナルコードブックCBK_iの全レベルに対して、特定の次元に変更を加えて変更コードブックCBK_{iw0}、CBK_{iw1}を作成する場合について説明する。この場合、LSPは16次元で、1～256のレベルを備えるものとし、オリジナルコードブックCBK_iの3次元目の数値をマイナス方向に0.2動かして変更コードブックCBK_{iw0}を作成し、プラス方向に0.2動かして変更コードブックCBK_{iw1}を作成するものとする。

【0051】これにより、図5（a）に示されるようなオリジナルコードブックCBK_iの3次元目の数値1.0が0.8に変更され、図5（b）に示されるような変更コードブックCBK_{iw0}が作成される。また、前記オリジナルコードブックCBK_iの3次元目の数値1.0が1.2に変更され、図5（c）に示されるような変更コードブックCBK_{iw1}が作成される。そのため、図5（d）に示されるようなLSPスペクトルの分布が、図5（e）に示されるようなものに変更される。

【0052】このようにして、ある話者iの学習用音声について、オリジナルコードブックCBK_i、「0」を

表現する変更コードブックCBK_{iw0}、及び、「1」を表現する変更コードブックCBK_{iw1}が作成され、あらかじめCBK₂₁、CBK_{w022}及びCBK_{w123}にそれぞれ格納される。

【0053】次に、前記話者iの原音声が入力されると、音声分解部12は前記原音声からLSP及びピッチ成分を抽出する。そして、電子透かし埋込部13は前記LSPに対して、電子透かし情報埋込操作を行う。この場合、電子透かし埋込部13はコードブックデータベース20にアクセスし、抽出した前記LSPに対応するベクトルを、オリジナルコードブックCBK_iを用いてベクトル量子化を行い、オリジナルコードブックCBK_iが表現する代表値に置き換える。

【0054】そして、電子透かし埋込部13は、電子透かし情報の情報コードとしてのビット列、例えば、図1に示されるように、「1010110・・・」に合わせて、オリジナルコードブックCBK_iによってベクトル量子化していたLSP列を「0」を表現する変更コードブックCBK_{iw0}、及び、「1」を表現する変更コードブックCBK_{iw1}を用いてベクトル量子化する。この場合、図6（a）に示されるようなオリジナルコードブックCBK_iの3次元目の数値1.0が0.8及び1.2に変更された「0」を表現する変更コードブックCBK_{iw0}、及び、「1」を表現する変更コードブックCBK_{iw1}が、図6（b）に示されるような順に用いられる。これにより、電子透かし情報埋込操作が完了し、電子透かし情報が埋め込まれた電子透かし埋込LSPとしてのLSP'が作成される。

【0055】なお、ベクトル量子化とは、対象となるベクトルx₁（0）、x₁（1）、…、x₁（L）とオリジナルコードブックCBK_i、変更コードブックCBK_{iw0}、変更コードブックCBK_{iw1}等のコードブックに登録されているベクトルとのユークリッド距離d_i、

【0056】

【式1】

$$d_i = \frac{1}{L} \sum_{m=0}^L (x(m) - c_i(m))^2$$

【0057】が最小になるインデックスiを計算することである。ここで、c_iは前記コードブックに登録されているベクトルである。

【0058】続いて、前記電子透かし入り音声出力部14は、前記LSP'とピッチ成分とを合成して電子透かし入り音声を作成する。なお、前記ピッチ成分は、音声分解部12によって抽出されたピッチ成分であり、変更されていない。最後に、前記電子透かし入り音声は、電子透かし入り音声出力部14によって、話者iの電子透かし入り音声として出力される。

【0059】次に、電子透かし抽出装置及びその動作について説明する。

【0060】図7は本発明の実施の形態における電子透かし抽出装置の構成を示すブロック図、図8は本発明の実施の形態における電子透かし抽出装置の動作を示すブロック図、図9は本発明の実施の形態における電子透かし情報抽出の手順を示す図である。

【0061】図7において、30は電子透かし抽出装置であり、CPU、MPU等の演算手段、半導体メモリ、磁気ディスク等の記憶手段、キーボード、マウス、マイクロフォン等の入力手段、CRT、液晶ディスプレイ、プリンタ、ラウドスピーカ等の出力手段、通信インターフェイス等を備えるコンピュータである。なお、電子透かし抽出装置30は前記電子透かし埋込装置10と一体的に構成されていてもよい。そして、電子透かし抽出装置30は、機能の面から、電子透かし情報を抽出する対象となる音声が入力される音声入力部31、入力された電子透かし入り音声を分解して、LSPを抽出する音声分解部32、及び、抽出されたLSPから電子透かし情報を抽出する電子透かし抽出部33を有する。

【0062】ここで、前記電子透かし抽出装置30は、前記コードブックを格納するコードブックデータベース20を有する。なお、該コードブックデータベース20は、前記電子透かし埋込装置10のコードブックデータベース20と同一の構成を有し、同一のデータを格納する。そのため、該コードブックデータベース20並びにファイルCBK21、CBKw022及びCBKw123の説明は省略する。そして、前記コードブックデータベース20は電子透かし抽出装置30の記憶手段内に構築されたデータベースであってもよいし、外部の記憶手段内に構築されたデータベースであってもよい。また、前記電子透かし埋込装置10のコードブックデータベース20を共用するようにしてもよい。

【0063】そして、電子透かし情報を抽出する場合、電子透かし情報が埋め込まれているか否かの検査対象となる話者iの音声が入力部31から入力されると、音声分解部32は前記音声からLSPを抽出する。この場合、電子透かし情報を埋め込む場合のようにピッチを抽出する必要はない。続いて、電子透かし抽出部33は、コードブックデータベース20にアクセスし、前記LSPに対して、電子透かし抽出操作を行う。

【0064】ここで、電子透かし情報の抽出は、検査対象となる音声から該音声のLSPであるLSP'を抽出してコードブックとの距離で判定する。まず、図9に示されるように、フレーム毎に16次元のLSP'を抽出する。そして、コードブックのどのレベルを利用して合成したのかを調べるために、選択レベルを設定する。この場合、抽出したLSP'に対応するベクトル、すなわち、16次元のLSP'ベクトルの中から一つの次元を除き、前記ファイルCBK21、CBKw022及びCBKw123に格納されている3つのコードブック、すなわち、オリジナルコードブックCBKj、「0」を表現す

る変更コードブックCBKiw0、及び、「1」を表現する変更コードブックCBKiw1とのユークリッド距離 d_j を計算する。なお、該計算は、すべての16次元に対して行われる。そして、前記CBKj、CBKiw0及びCBKiw1とのユークリッド距離 d_j に基づいて、最も距離が短いレベル(1~256)を決定し、該レベルが前記CBKj、CBKiw0及びCBKiw1において同じ値である場合は、そのレベルに電子透かし情報が埋め込まれているものと判断する。

【0065】その後、すべての16次元のLSP'とオリジナルコードブックCBKjとの間の距離を計算し、電子透かし埋込装置10において電子透かし情報の埋込の際に、変更コードブックCBKiw0及びCBKiw1を作成するために変更した値、例えば、0.2に合わせて閾(しきい)値を設定する。そして、検査対象音声の16次元のLSP'ベクトルの数値(LSP'0~LSP'15)とオリジナルコードブックCBKjに格納されている16次元のLSPベクトルの数値(LSP0~LSP15)とを比較して、図9に示されるように、前記LSP'ベクトルの数値とLSPベクトルの数値との差の絶対値が閾値より大きい場合に、電子透かし情報が入っていると判断する。さらに、電子透かし情報が入っていると判断された場合、前記LSP'ベクトルの数値(LSP'0~LSP'15)と変更コードブックCBKiw0及びCBKiw1に格納されている16次元のLSPベクトルの数値(LSP0w0~LSP15w0)及び(LSP0w1~LSP15w1)との距離を計算し、距離の近い方のコードブックが表現する情報に置き換え、「0」か「1」かの判定を行う。

【0066】その結果、例えば、図8に示されるように、「1010110・・・」という電子透かし情報の情報コードが抽出される。そして、該情報コード列が、電子透かし埋込装置10における電子透かし情報埋込操作によって埋め込まれた電子透かし情報の情報コードと同一のものであるか否かを判断する。

【0067】なお、本実施の形態における電子透かし埋込装置10のように、コードブックを変更することによって電子透かし情報の埋込操作を行う場合、コードブックの内容を変更することはLSP周波数を変更することと等しいので、前記コードブックの変更によって合成音声の音質が変化することもあり得る。

【0068】そのため、電子透かし情報を「コンテンツの品質を劣化させずに埋め込む」ためには、原音声の波形から取り出したLSPをどの程度まで変更することができるのか、また、変更したLSPを用いて合成した音声はどの程度の音質の変化を伴うものであるかを評価する必要がある。

【0069】本実施の形態における電子透かし埋込装置10のように、LSP分析次数を16次として、16次元のLSPを変更する場合、16次元のLSPのうち、

どの次数のLSP周波数を変更するか、どのように組合せて埋込操作をするか、また、LSP周波数を変更する方向(+)、(-)等を考慮する必要がある。また、すべてのフレームのうち、どのぐらいの割合で埋め込むかを閾数によって制御することや、聴覚マスキング特性を利用したバースト的な埋込操作等が考えられる。

【0070】このように、本実施の形態において、電子透かし埋込装置10は、入力された音声から調音成分としてLSPを、又、音源成分としてピッチ成分を抽出する音声分解部12と、LSPに電子透かし情報を埋め込む電子透かし埋込部13と、電子透かし情報を埋め込まれたLSPと前記ピッチ成分とを合成して電子透かし入り音声を出力する電子透かし入り音声出力部14とを有する。

【0071】また、本実施の形態において、電子透かし抽出装置30は、入力された音声から調音成分としてLSPを抽出する音声分解部32と、前記LSPから電子透かし情報を抽出する電子透かし抽出部33とを有する。

【0072】したがって、電子透かし情報は、音声の発音構造に対応して埋め込まれ、また、抽出されるので、多数の周波数帯域に分散される。したがって、音声が多回数サンプリングされても、また、音声に多回数圧縮処理及び復元処理が施されても、電子透かし情報が消えてしまうことがない。また、多数種類の音声信号の符号化に対応することもできる。さらに、音声の質が低下することもない。

【0073】なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々変形させることが可能であり、それらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0074】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によ

れば、音声の発音構造に対応して電子透かし情報を埋め込み、また、抽出することによって、電子透かし情報が多数の周波数帯域に分散して埋め込まれ、リサンプリングや音声データの圧縮及び復元を繰り返しても消えてしまうことがなく、かつ、多数種類の符号化に対応することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態における電子透かし埋込装置の動作を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態における基本概念を示す概念図である。

【図3】本発明の実施の形態における音声生成モデルを示す概念図である。

【図4】本発明の実施の形態における電子透かし埋込装置の構成を示すブロック図である。

【図5】本発明の実施の形態におけるコードブックの変更方法を示す図である。

【図6】本発明の実施の形態におけるベクトル量子化においてコードブックを用いる順を示す図である。

【図7】本発明の実施の形態における電子透かし抽出装置の構成を示すブロック図である。

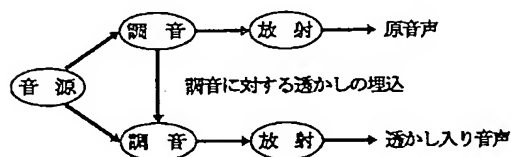
【図8】本発明の実施の形態における電子透かし抽出装置の動作を示すブロック図である。

【図9】本発明の実施の形態における電子透かし情報抽出の手順を示す図である。

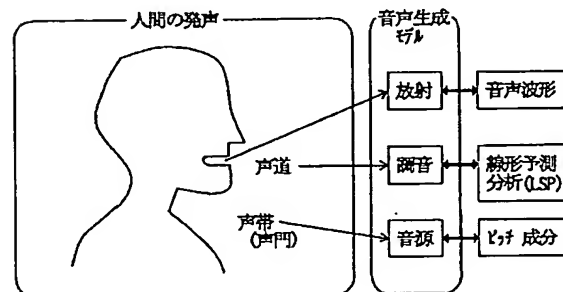
【符号の説明】

- 10 電子透かし埋込装置
- 12、32 音声分解部
- 13 電子透かし埋込部
- 14 電子透かし入り音声出力部
- 30 電子透かし抽出装置
- 33 電子透かし抽出部

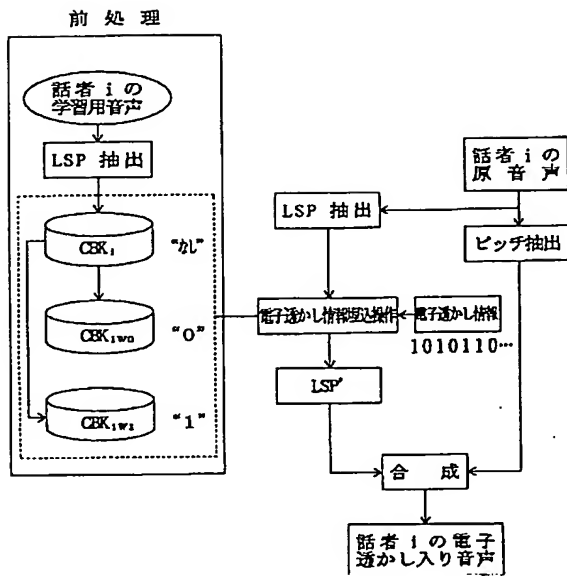
【図2】



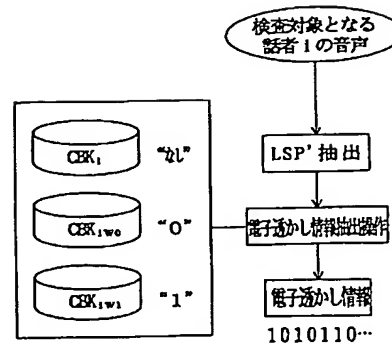
【図3】



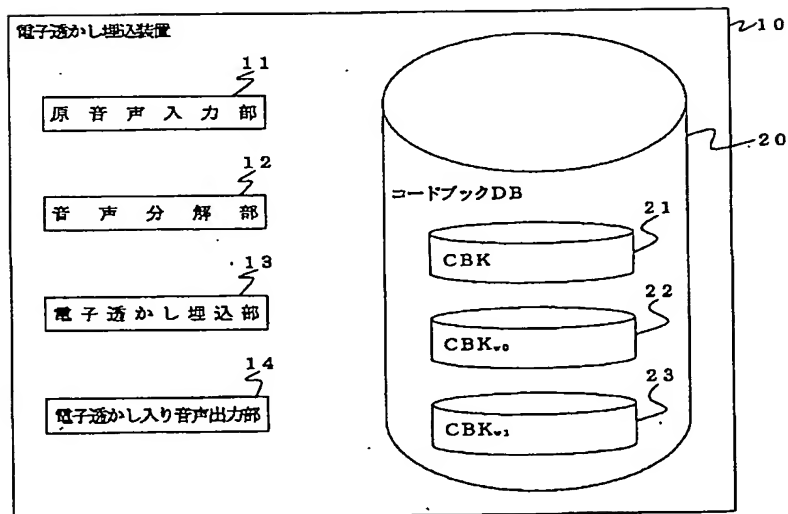
【図1】



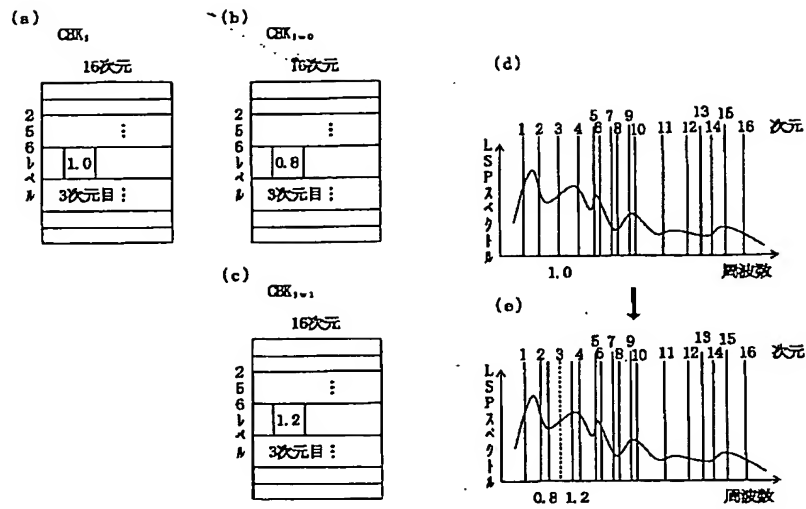
【図8】



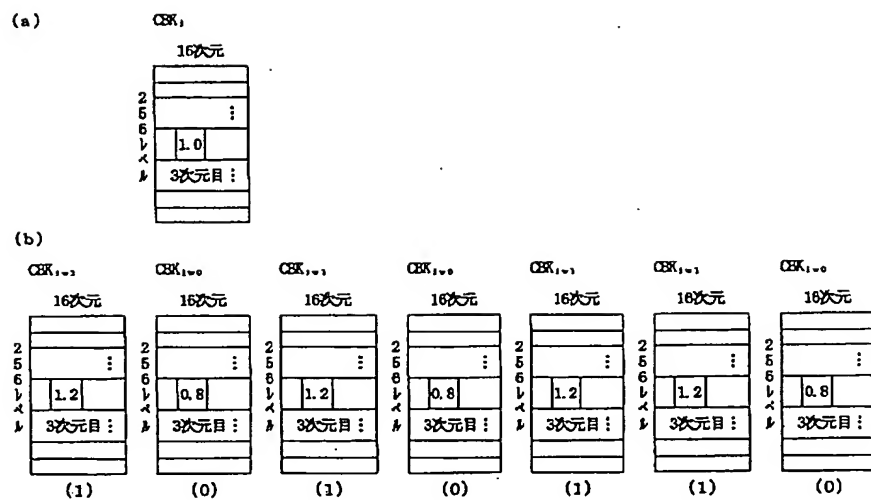
【図4】



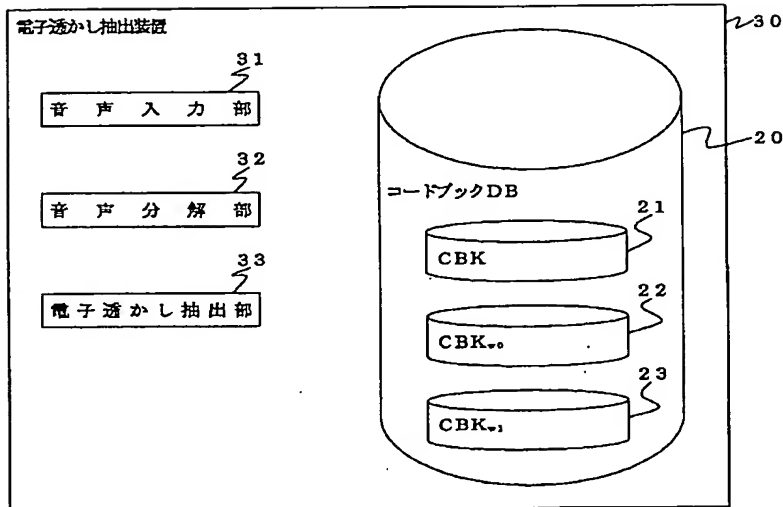
【図5】



【図 6】



【図7】



【図9】

